Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 4, Oct- Nov 2020, p. 395-408

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 4، مهر - آبان 1399، ص. 408-395

مقاله علمی-پژوهشی

بهینه‌یابی فرمول نان حجیم حاوی صمغ‌های فارسی و ریحان

محمدمسعود حفیظ[1]- زهرا شیخ الاسلامی[2*]

تاریخ دریافت: 1398/03/27
تاریخ پذیرش: 1398/06/30

چکیده

امروزه استفاده از صمغ‌های بومی در فرآورده‌های غلات با هدف بهبود کیفیت رو به افزایش است. در این تحقیق، اثر دو نوع صمغ فارسی و ریحان در سطوح صفر تا یک درصد با کمک طرح مرکب مرکزی بر پارامترهای فعالیت آبی، رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، سختی و کشش‌پذیری نان حجیم بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش میزان صمغ‌ها در فرمول نان حجیم، میزان فعالیت آبی کاهش ولی میزان رطوبت، ویژگی‌های حسی، سختی و کشش‌پذیری افزایش یافت. در حالی‌که امتیاز ویژگی‌های حسی (رنگ پوسته، بافت، بو، مزه و پذیرش کلی)، حجم مخصوص و تخلخل نمونه‌ها با افزایش درصد صمغ‌ها ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. قابل ذکر است که نمونه حاوی 0/46 درصد صمغ دانه ریحان و 0/35 درصد صمغ دانه فارسی کمترین میزان سختی و بیشترین میزان حجم مخصوص، تخلخل و کشش‌پذیری را از خود نشان داد و این نمونه به‌عنوان نمونه بهینه معرفی شد. با بررسی ریز ساختار نمونه بهینه با نمونه فاقد صمغ نیز مشخص گردید، نمونه حاوی صمغ ریحان و فارسی از بافت یکنواخت‌تری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌یابی، نان حجیم، صمغ دانه ریحان، صمغ فارسی، میکروسکوپ الکترونی.

مقدمه

در اکثر کشورهای جهان، غلات تأمین‌کننده بیشترین مقدار کالری، پروتئین، فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی مورد نیاز انسان می‌باشد. در میان غلات، گندم به دلیل خواص تغذیه‌ای و تکنولوژیکی ویژه، بیشتر مورد توجه می‌باشد. از مهمترین فرآورده‌های پرمصرفی که از این ماده غذایی با ارزش تهیه می‌شود، می‌توان به نان اشاره کرد. نان یکی از مواد غذایی اصلی در سراسر جهان به‌ویژه در کشورهای خاورمیانه است. با وجود توسعه و رقابت در زمینه تولید انواع مواد غذایی در جهان، نان هنوز هم نقش کلیدی در جیره غذایی دارد (Gomes-Ruffi *et al.*, 2012). نان حجیم به نانی اطلاق می‌شود که دارای ضخامت بیش از 5 سانتی‌متر بوده و فرآیند تخمیر در آن‌ها به‌طور کامل در اتاق تخمیر صورت گرفته وپس از پخت دارای بافتی متخلخل، اسفنجی و یکنواخت بوده و ماندگاری بیشتری داشته و از قابلیت هضم و جذب آسانتری برخوردار است (Naghipour *et al.*, 1391). هیدروکلوئیدها از افزودنی‌هایی هستند که در نان سبب افزایش کیفیت و افزایش زمان ماندگاری آن می‌شوند به عبارت دیگر هیدروکلوئیدها در محصولات نانوایی جهت به تأخیر انداختن فرآیند بیاتی و بهبود کیفیت مورد استفاده قرار می‌گیرند (Barcenas and Rosell, 2005; Primo-Martin *et al.*, 2008). پلی‌ساکاریدهای استخراج شده از گیاهان در صنایع غذایی بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. این پلیمرها به دلیل طبیعی بودن برای بسیاری از مصرف کنندگان از مطلوبیت بیشتری برخوردار هستند (Primo-Martin *et al.*, 2013). اخیرا تقاضا برای هیدروکلوئیدها با خواص کارکردی ویژه افزایش یافته است، بنابراین یافتن منابع جدید صمغ‌های گیاهی با خواص مناسب جهت استفاده در صنعت اهمیت ویژه‌ای دارد و محققان صنعت غذا همواره به دنبال یافتن منابع جدید پلی ساکاریدی می‌باشند. از روزگاران قدیم ریحان[3] به‌عنوان یک گیاه دارویی به‌طور وسیع در خاور دور به‌ویژه در چین و هند استفاده می‌شده است. ریحان از خانواده نعناعیان[4]، گیاهی یکساله علفی ایستاده، تقریباً این گیاه بدون کرک، معطر و به ارتفاع30- 60 سانتی‌متر می‌باشد. حالت تب‌بر، ضدانگل و اشتهاآور داشته و برای معالجه برخی ناراحتی‌های قلبی و درمان آفت دهان به‌کار می‌رود (Agnihotr and Kaushik, 1999). پوسته رویی دانه‌های ریحان را لایه‌ای موسیلاژی پوشانیده است و هنگامی‌که

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، واحدسبزوار، دانشگاه آزاداسلامی، سبزوار، ایران.
2- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
(*-نویسنده مسئول: Email: shivasheikholeslami@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v16i4.81014

3 *Ocimum basilicum* L.
4 Lamiaceae

داخل آب قرار می‌گیرند سریعاً متورم می‌شوند (Hosseini parvar et al., 2010). صمغ فارسی که آن را زدو، زد، ازدو، جدو، انگوم، صمغ شیرازی و صمغ قراصیا می‌نامند، صمغی است شفاف که از درخت بادام کوهی از خانواده گلسرخیان به‌دست می‌آید. صمغ فارسی کاربردهای دارویی، غذایی و صنعتی بسیاری دارد به‌طوری که امروزه از آن به‌عنوان عامل تعلیق‌کننده و امولسیون‌کننده به همراه صمغ عربی و کتیرا در داروسازی و همچنین به علت داشت خاصیت چسبندگی در قرص‌سازی استفاده می‌شود. از لحاظ طب سنتی نیز صمغ فارسی کاربرد فراوانی داشته، مثلا در منطقه گچساران، صمغ فارسی برای رفع دندان درد به‌کار می‌رود (Samari-Khalah and Abbasi, 2017). اهمیتی که افزودنی‌ها به‌ویژه صمغ‌ها، امولسیفایرها و هموکتانت‌ها در بهبود کیفیت محصولات صنایع پخت به‌ویژه انواع مختلف نان دارند، سبب گردیده است که در این زمینه تحقیقات فراوانی انجام گیرد. در همین زمینه صحرائیان و همکاران (2013) با بررسی اثر زانتان و کربوکسی متیل‌سلولز بر خصوصیات رئولوژی و ویژگی‌های کمی و کیفی نان به این نتیجه رسیدند که میزان جذب آب، زمان توسعه و مقاومت خمیر با افزایش میزان صمغ در فرمولاسیون افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که با افزودن صمغ به فرمولاسیون نان به دلیل جبران کاهش میزان گلوتن در فرمولاسیون از سفتی نمونه‌ها نسبت به نمونه فاقد صمغ کاسته شد. Shalini و همکاران (2007) با افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف به آرد مورد استفاده در نان چاپاتی، سبب بهبود در پارامترهای کیفی نان از قبیل گستردگی، مقاومت در برابر پاره شدن، رنگ و ویژگی‌های حسی شدند. Demirkesen و همکاران (2010) اثر صمغ‌های گوار، گزانتان، دانه لوکاست، هیدروکسی پروپیل متیل‌سلولز، پکتین، گزانتان- گوار، دانه لوکاست- گزانتان و امولسیفایر داتم را بر خصوصیات رئولوژیکی نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج مورد ارزیابی قرار دادند. بر اساس نتایج این پژوهش، بیش‌ترین میزان الاستیسیته خمیر و کم‌ترین میزان سفتی مغز نان در نمونه‌های حاوی صمغ گزانتان- گوار و گزانتان- دانه لوکاست مشاهده شد. صحرائیان و همکاران (1393) تأثیر صمغ بومی بالنگوی شیرازی را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان بربری نیمه حجیم بدون گلوتن سورگوم مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج این محققین مشخص گردید که با افزایش صمغ بالنگوی شیرازی در فرمولاسیون نان بدون گلوتن، میزان رطوبت و مؤلفه رنگی L^* پوسته افزایش یافت. از دیگر محققین که تاثیر صمغ‌ها را بر خصوصیات مختلف محصولات پختی مورد بررسی قرار دادند می‌توان به شیخ‌الاسلامی و همکاران (1395)، هجرانی و همکاران (1395)، Rosell و همکاران (2001)، Mandala و همکاران (2007 و 2008)، Gomes-Ruffi و همکاران (2012) و محمدی و همکاران (2012) اشاره نمود. هدف از این مطالعه تعیین شرایط بهینه تولید فرمولاسیون نان حجیم با افزودن صمغ دانه ریحان و فارسی به‌منظور رسیدن به حداقل سختی و حداکثر حجم مخصوص، تخلخل، پذیرش کلی و کشش‌پذیری بود.

مواد و روش‌ها

آرد ستاره با درجه استخراج 83 درصد (گلمکان، ایران) با رطوبت 13 درصد و حاوی 29/7 درصد گلوتن مرطوب خریداری گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن نباتی مایع از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد اولیه قنادی و مخمر نانوایی (دکتر اوتکر، ترکیه) خریداری شد. دانه ریحان از بازار محلی شهرستان مشهد تهیه شدن و با دستگاه آسیاب (BOSCH CNCM13ST، آلمان) خرد شده و ازغربال با مش 100 عبور داده شد. صمغ فارسی نیز از شرکت ریحان گام پارسیان خریداری تجهیزات این مطالعه می‌توان به فر پخت (Zuccihelli Forni، ایتالیا)، دستگاه اندازه‌گیری فعالیت آبی (Novasina ms1-aw, Axair Ltd، سوئیس)، آون آزمایشگاهی (Jeto Tech، کره جنوبی) و اسکنر (HP Scanjet G3010، چین) اشاره نمود.

استخراج صمغ دانه ریحان

تهیه صمغ ریحان مطابق با روش کاراژیان و همکاران (2011) انجام شد. ابتدا دانه به‌صورت دستی تمیز و ناخالصی آن جدا گردید. جهت استخراج ترکیبات هیدروکلوئیدی دانه ریحان در شرایط بهینه (دمای 37 درجه سانتی‌گراد، نسبت آب به دانه 37:1، pH=8/5) از دستگاه اکستراکتور از نوع سانتریفوژ سبدی (dmo412 Hettich، آلمان) استفاده شد. عصاره استخراج‌شده در آون با دمای 2± 60 درجه سانتی‌گراد خشک و سپس آسیاب (آرتیسان، مدل 5000) و الک (مش 50) گردید. پودر حاصله در کیسه‌های پلی‌اتیلنی زیپ‌دار قرار داده شد و تا زمان مصرف در مکانی خشک و خنک نگهداری گردید.

بررسی ترکیبات صمغ ریحان و فارسی (زدو)

مقدار رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین پودر صمغ ریحان و زدو طبق استاندارد (AOAC، 2000) اندازه‌گیری خواهد شد. ضریب تبدیل 6/25 برای تعیین پروتئین استفاده گردید. درصد کربوهیدرات نیز از اختلاف مجموع فاکتورهای رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین با 100، محاسبه شد.

تهیه خمیر و نان حجیم

در این مطالعه برای تهیه نان حجیم از 100 قسمت آرد، 55 قسمت آب، 2 قسمت روغن، 1/2قسمت نمک، 0/8قسمت شکر، 0/7 قسمت مخمر استفاده شد. پس از توزین مواد اولیه، آردگندم به مدت 1 دقیقه درون خمیر گیر بدون افزودن سایر مواد هم‌زده شد، تا هوا

وارد بافت آرد شود. پس از 1دقیقه، سایر مواد خشک (به‌جز نمک) نیز اضافه و مواد باهم مخلوط شدند. پس از مخلوط شدن مواد اولیه خشک، آب به خمیر اضافه و خمیر ورز داده شد. سپس نمک و روغن افزوده شد. عملیات هم‌زدن به مدت 6 دقیقه به طول انجامید. خمیر به میز کار منتقل گشته و به مدت 30 دقیقه به آن استراحت داده شد تا تخمیر اولیه سپری گردد پس از طی این مرحله خمیر به چانه‌هایی به وزن تقریبی 250 گرم تقسیم گردید و مجددا به مدت 10 دقیقه استراحت داده شد. توسط دستگاه فرم‌دهنده به خمیر فرم داده و خمیر در قالب‌هایی از جنس گالوانیزه در ابعاد 5/5 ×8/5 ×15/5که دیواره آن‌ها چرب‌شده ریخته شد و این قالب‌ها به مدت 45 دقیقه در گرم‌خانه با دمای 45 درجه سانتی‌گراد و در حضور بخار آب قرار گرفتند و بعد از اتمام زمان گرم‌خانه‌گذاری، عملیات پخت انجام شد و نان در دمای اولیه 230 درجه سانتی‌گراد به مدت 15 دقیقه در فر پخت قرار گرفت. پس از پخت نان درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرار گرفته و پس از سرد شدن آزمون‌های لازم روی آن‌ها انجام پذیرفت.

اندازه‌گیری میزان فعالیت آبی

اندازه‌گیری میزان فعالیت آبی با استفاده از دستگاه واتر اکتیویتی‌متر به فاصله زمانی 3 ساعت بعد از پخت و در دمای 25 درجه سانتی‌گراد انجام گردید (Naghipour et al., 1391).

میزان رطوبت

میزان رطوبت بر طبق روش AOAC 44-15، محاسبه شد (AOAC, 2008).

اندازه‌گیری حجم مخصوص

حجم نمونه‌های حاصله با استفاده از روش جابه‌جایی دانه کلزا اندازه‌گیری شد (Sheikholeslami *et al*., 2018). برای این منظور در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت، قطعه جدا شده از هر نمونه نان به ابعاد 5× 5 سانتی‌متر را با ترازوی دیجیتالی و دقت 1 میلی‌گرم توزین گردید. سپس حجم استوانه مدرج را به میزان 250 میلی‌لیتر با دانه کلزا جایگزین شد. آنگاه قطعه نان مورد نظر در درون استوانه مدرج قرار داده شد و حجم نهایی گزارش گردید.

ارزیابی میزان تخلخل

برای ارزیابی میزان تخلخل نمونه‌ها از روش پردازش تصویر توسط عکس‌برداری با دوربین دیجیتال با وضوح 12 مگاپیکسل و آنالیز نرم‌افزار Image j استفاده شد (Sheikholeslami *et al*., 2018).

ارزیابی بافت نان

ارزیابی بافت نان در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای صاف (2 سانتی‌متر قطر در 2/3 سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت 30 میلی‌متر در دقیقه از مرکز نان، به‌عنوان شاخص سفتی[1] و میزان کش آمدن به‌عنوان شاخص کشش‌پذیری محاسبه گردید. نقطه شروع[2] و نقطه هدف[3] به‌ترتیب 0/05 نیوتن و 30 میلی‌متر بود. در واقع میزان سفتی با توجه به منحنی نیرو- تغییر شکل به‌دست آمد. به این صورت که سفتی برابر با حداکثر مقدار نیرو در منحنی نیرو- تغییر شکل بود و بر اساس گرم نیوتن بیان شد.

ارزیابی ویژگی‌های حسی

هدف از انجام این آزمون تعیین مقبولیت کلی نمونه ما به‌وسیله کارشناسان مجرب بود. خصوصیات حسی نان شامل رنگ پوسته، بافت، مزه، بو و پذیرش کلی با روش امتیازدهی هدونیک 5 نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. امتیازات بین 1 تا 5 (خیلی بد- خیلی خوب) در نظر گرفته شد (Sheikholeslami *et al*., 2018).

تصویر تهیه شده با میکروسکوپ الکترونی

به‌منظور بررسی ساختار نان (نمونه شاهد و نمونه بهینه حاوی ترکیب صمغ فارسی و ریحان) با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (VEGA، Tescan، جمهوری چک)، از مغز نان نمونه‌هایی به شکل مکعب‌های کوچک به ابعاد 2/5× 2/5 ×2/5 سانتی‌متر جدا شد و در نیتروژن مایع منجمد گردید و سپس با خشک‌کن انجمادی (CHRist، LD 1-4، آلمان) خشک شد. نمونه‌های خشک شده تحت خلاء و تخت بخارات طلا توسط دستگاه لایه نشانی طلا (K450X, EMITECH، انگلستان) قرار گرفتند، بنابراین نمونه‌ها با طلا پوشش داده شد و نمونه‌ها رسانا شدند. در نتیجه این امر، شرایط برای گرفتن عکس مناسب، فراهم گردید. در نهایت تصاویر با SEM و ولتاژ 15 KV ثبت گردید (Ahlborn *et al*., 2005).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

روش‌شناسی سطح پاسخ، با استفاده از یک طرح چرخش‌پذیر مرکب مرکزی برای ارزیابی پارامترهای ثابت مطالعه، غلظت صمغ دانه ریحان (x_1) و صمغ فارسی (x_2)، بر میزان فعالیت آبی، رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، سختی و کشش‌پذیری به‌عنوان پارامترهای

1 Hardness
2 Trigger Point
3 Target Value

متغیر، مورد استفاده قرار گرفت. به کمک این طرح کلیه ضرایب مدل رگرسیون درجه دوم و اثر متقابل فاکتورها قابل برآورد هستند. مهمترین مسئله در این تحقیق بررسی اثر متقابل فاکتورها و یافتن بهترین شرایط تولیدی برای فرمولاسیون نان‌های حجیم بود. از این‌رو طرح آماری سطح پاسخ انتخاب گردید. آنالیز آماری توسط نرم‌افزار Design Expert نسخه 6.0.2 صورت گرفت.

جدول 1- انتخاب مدل برای پارامترهای مورد اندازه‌گیری

مدل‌ها	فعالیت آبی		رطوبت		حجم مخصوص		تخلخل		سختی		کشش پذیری	
	SS	P	SS	P	SS	P	SS	P	SS	P	SS	P
عرض از مبدا	7/03		13502		143/49		5083/5		36782		5719/57	
مدل خطی	0/002	0/001	24/98	0/001	0/98	0/613	52/21	0/395	231/56	0/0001<	16/50	0/46
چندجمله‌ای ساده	0/00009	0/1436	0/051	0/8196	0/27	0/620	0/46	0/901	0/029	0/93	100/9	0/0001>
چندجمله‌ای درجه دوم	0/0022	0/0017	0/66	0/7461	7/63	0/0022	244/22	0/0001>	22/09	0/017	0/0012	0/603
چندجمله‌ای درجه سوم	0/000516	0/127	6/73	0/0045	1/12	0/051	10/36	0/002	0/34	0/9162	0/0008	0/971
باقیمانده	0/000437		0/87		0/49		0/36		9/47		0/007	
کل	7/04		13535/48		153/98		5391/07		37045/96		5836/97	

SS و P به ترتیب مجموع مربعات و درصد احتمال می‌باشد.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی صمغ ریحان و فارسی (زدو)

در جدول 2 خصوصیات شیمیایی صمغ ریحان و فارسی (زدو) آورده شده است. اهمیت شناخت خصوصیات شیمیایی صمغ‌ها به این دلیل است که تفاوت ساختار شیمیایی آن‌ها، باعث تفاوت در ویژگی‌های عملکردی می‌شود و بر کارایی و کاربرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد. جدول 2 خصوصیات شیمیایی صمغ ریحان و فارسی (زدو) را نشان می‌دهد.

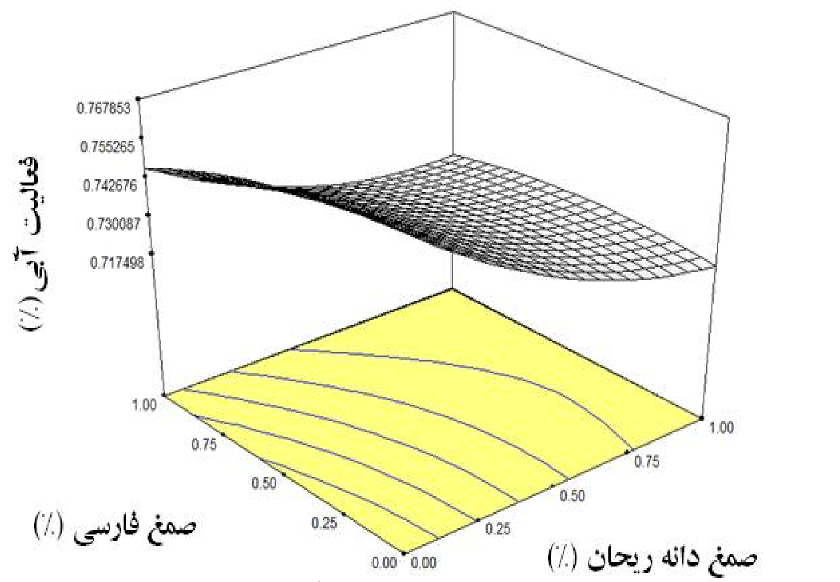
ساختار شیمیایی صمغ زدو با سایر صمغ‌های رایج تراوشی مانند صمغ عربی، صمغ کتیرا و غیره متفاوت است (Yebeyen *et al.*, 2009). این اختلاف بیانگر تفاوت ساختار صمغ‌ها است. تحقیقات گذشته نشان می‌دهند مقدار نیتروژن صمغ‌های ترشحی عامل متغییری است که منحصرا با مقدار ترکیبات پروتئینی و آمینواسیدی مرتبط است و بر رفتار جذبی و امولسیفایری صمغ تأثیرگذار است (Anderson *et al.*, 1998). همچنین لازم به ذکر است نتایج به‌دست آمده از خصوصیات شیمیایی صمغ فارسی در این پژوهش با نتایج خالصی و همکاران (1391) که به بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی صمغ زدو تراوشی از گیاه *Amygdalus scoparia Spach* در منطقه میان جنگل استان فارس پرداختند مشابهت دارد. این محققان میزان رطوبت، خاکستر کل، پروتئین، چربی و کربوهیدرات را به‌ترتیب 9/47، 1/62، 0/50، صفر و 88/40 درصد وزنی- وزنی گزارش کردند. از سوی دیگر ناجی و همکاران (2016) و ناجی و همکاران (2017) با بررسی ترکیبات شیمیایی صمغ ریحان نتایج مشابهی را گزارش نمودند. این محققان میزان رطوبت، خاکستر کل، پروتئین، چربی و قند کل را به‌ترتیب 5/92، 5/36، 2/37، صفر و 92/44 درصد وزنی- وزنی گزارش کردند.

جدول 2-خصوصیات شیمیایی صمغ ریحان و فارسی (زدو)

خصوصیات صمغ (%)	صمغ ریحان	صمغ فارسی (زدو)
رطوبت	5/97±0/05	9/34±0/06
خاکستر کل	5/36±0/11	1/69±0/04
پروتئین	2/44±0/00	0/57±0/00
چربی	00/00±0/00	00/00±0/00
کربوهیدرات	86/24±0/11	88/38±0/01

بررسی روند تغییرات فعالیت آبی

شکل 1 نشان داد که بهترین مدل برای برازش داده‌های حاصل از تغییرات فعالیت آبی، مدل چندجمله‌ای درجه دوم بود. از طرفی آنالیز واریانس داده‌ها نیز نشان داد که تمامی پارامترها به‌جز اثر درجه دوم میزان صمغ فارسی در فرمول بر میزان فعالیت آبی نان‌های تولیدی معنی‌دار بود (در سطح 5 درصد). کمترین مقدار فعالیت آبی نمونه‌های تهیه شده تحت شرایطی به‌دست آمد که میزان صمغ ریحان و فارسی در بیشترین مقدار خود قرار داشتند. همانطور که در شکل 1 مشخص است با افزایش میزان صمغ‌ها در فرمولاسیون، میزان فعالیت آبی کاهش یافت که این کاهش با افزایش میزان صمغ دانه ریحان بیشتر بود. صمغ‌ها به‌دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل در ساختار خود با ملکول‌های آب پیوندهای هیدروژنی برقرار کرده و در نتیجه سبب جذب آب موجود در مغز نان شده و از این‌رو میزان آب آزاد محیط را کاهش می‌دهند (Guarda *et al*., 2004). نتایج این بخش با نتایج لازاریدوا و همکاران مطابقت داشت (Lazaridou *et al*., 2007). بر اساس نظر بارسناس و راسل طبیعت هیدروفیل صمغ‌ها موجب افزایش جذب آب آرد شده و باعث افزایش نگهداری آب و کاهش مولکول‌های آب آزاد و در نتیجه کریستالیزاسیون مجدد آمیلوپکتین می‌شود (Barcenas and Rosell, 2006). معادله 1 ارائه شده در جدول 3 بیانگر کم‌بودن اثر درجه دوم میزان صمغ فارسی بر میزان فعالیت آبی بود، در حالی‌که اثر مستقل میزان صمغ ریحان بیشترین تأثیر را داشت.

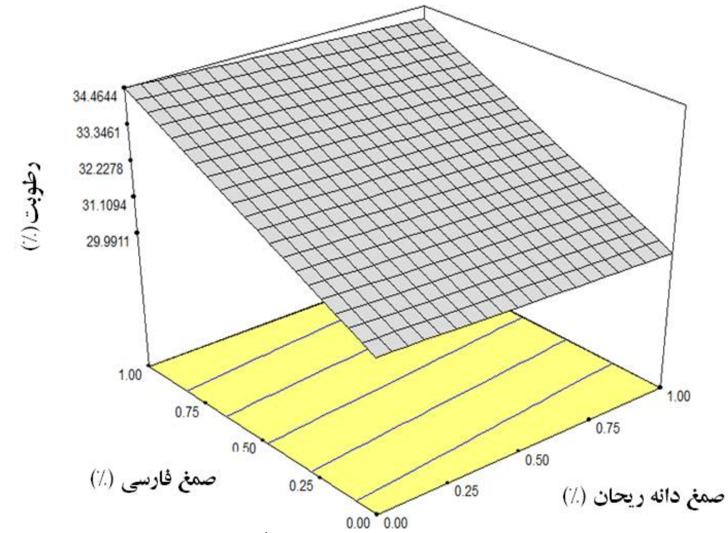


شکل 1– **شکل سه بعدی تغییرات فعالیت آبی نمونه‌ها، تحت تأثیر افزودن صمغ‌های فارسی و دانه ریحان**

بررسی روند تغییرات رطوبت نان‌های تولیدی

نتایج (جدول 1) حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات آماری بیان‌گر معنی‌دار بودن اثر خطی صمغ فارسی بر میزان رطوبت نان‌های تولیدی بود. نتایج نشان داد که با افزایش میزان صمغ ریحان در فرمولاسیون، میزان رطوبت به مقدار ناچیزی کاهش ولی با افزایش صمغ فارسی میزان رطوبت به‌طور چشمگیری افزایش یافت (شکل 2). دلیل افزایش رطوبت با استفاده از صمغ وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار هیدروکلوئیدها است که باعث واکنش بیشترآنها با آب از طریق پیوندهای هیدروژنی می‌شود. این امر ظرفیت نگهداری رطوبت را دردوره‌ی ماندگاری نان افزایش می‌دهد (Gujral *et al*., 2003; Ronda *et al*., 2005). در همین راستا محمد امینی و همکاران (1386) با بررسی اثر افزودن صمغ بالنگو شیرازی در چهار سطح 0/25، 0/5، 0/75 و 1 درصد در فرمولاسیون نان بیان نمودند که با افزایش غلظت این صمغ در خمیر، میزان جذب آب به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری که بیش‌ترین میزان این عامل مربوط به نمونه حاوی 1درصد از صمغ بالنگوشیرازی بود و همین امر سبب افزایش میزان رطوبت محصول نهایی شد. نتایج این بخش با نتایج Skara و همکاران (2013) و Mandala و همکاران (2008) مطابقت داشت. همچنین با بررسی روند تغییرات میزان رطوبت نمونه‌ها در برابر تغییرات میزان صمغ‌های مورد استفاده (مدل شماره 2

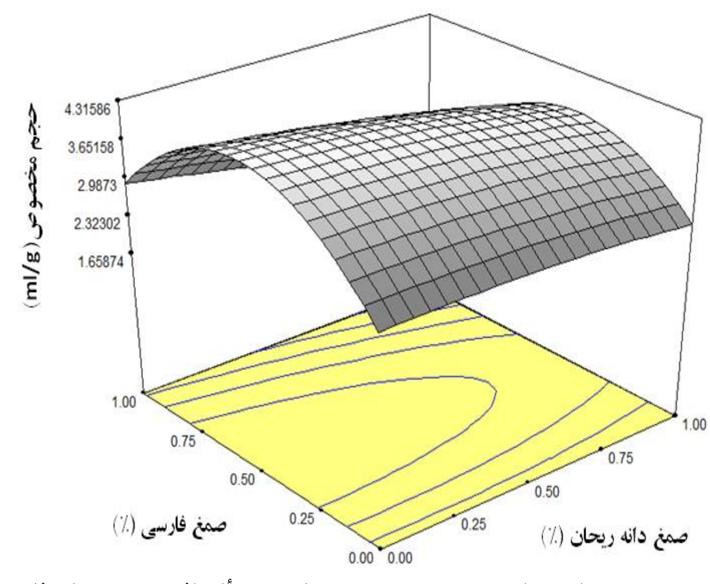
که در جدول 3 آورده شده است) مشخص گردید که در این ویژگی بیشترین اثر مربوط به تغییرات خطی میزان صمغ فارسی بود.



شکل 2- شکل سه بعدی تغییرات میزان رطوبت نمونه‌ها، تحت تأثیر افزودن صمغ‌های فارسی و ریحان

بررسی روند تغییرات میزان حجم مخصوص نمونه‌ها

جدول انتخاب مدل (جدول 1) نشان داد که بهترین مدل برای برازش داده‌های حاصل از حجم مخصوص نمونه‌ها، مدل چندجمله‌ای درجه دوم بود. ارزیابی حجم نان یکی از بهترین معیارهای ارزیابی تغییرات بافت خمیر و گلوتن آن به‌شمار می‌رود که با روش مختلف پخت ارزیابی می‌شود (Naghipour *et al*., 1391; Hejrani *et al*., 1395; Karazhiyan *et al*., 2011).



شکل 3- شکل سه بعدی تغییرات میزان حجم مخصوص نمونه‌ها، تحت تأثیر افزودن صمغ‌های فارسی و ریحان

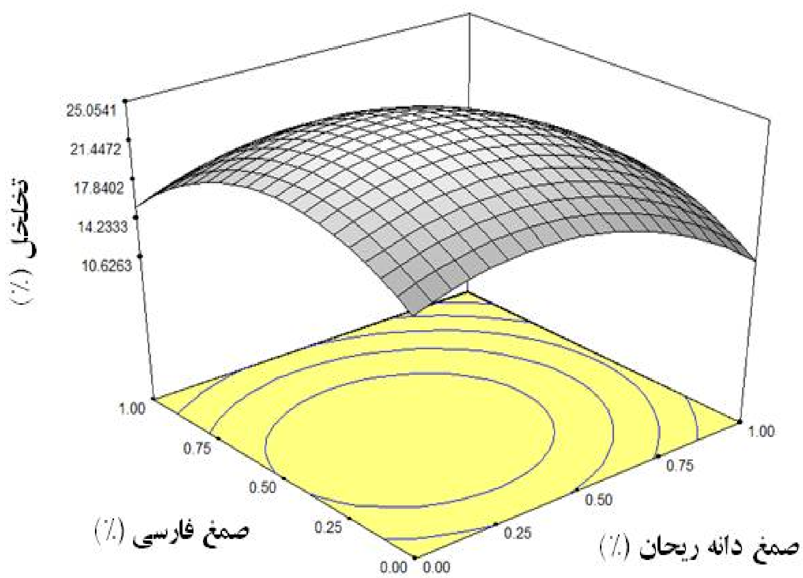
همانطور که شکل 3 نشان می‌دهد افزودن صمغ دانه ریحان سبب کاهش حجم مخصوص نان شد که علت آن را می‌توان به افزایش ضخامت دیواره حباب‌های هوای موجود در خمیر که به موجب آن از انبساط سلول‌های گازی در طی فرآیند پخت ممانعت به عمل می‌آید، نسبت داد. با افزایش صمغ فارسی در فرمولاسیون نان‌های تولیدی ابتدا میزان حجم مخصوص نمونه‌ها افزایش و سپس کاهش یافت. محققان دلیل افزایش حجم مخصوص با استفاده از صمغ‌ها را در محصولات پخت ناشی از تأثیر صمغ‌ها بر ازدیاد قوام و

استحکام محیط داخلی خمیر و افزایش الاستیسیته که به موجب آن سلول‌های گازی نمی‌توانند به‌خوبی به‌هم متصل شده و رشد می‌کنند، می‌دانند (Bell, 1990). همچنین بیان شده است که صمغ‌ها خواص امولسیفایری دارند و یک لایه سطحی دور حباب‌های گاز تشکیل می‌دهند که به نگهداری گاز در خمیر کمک می‌کند. صحرائیان و همکاران (1393) با افزودن 1 درصد صمغ بالنگو شیرازی در فرمولاسیون نان بدون گلوتن با کاهش حجم مخصوص نمونه‌ها مواجه شدند. شیخ‌الاسلامی و همکاران (1395) در پژوهش خود نشان دادند که افزایش غلظت صمغ های کتیرا و بالنگو از 0/3 به 0/5 باعث کاهش حجم مخصوص و تخلخل در نان بربری نیم‌پز منجمد شد. این محققان علت کاهش حجم نان در پی بیشتر شدن غلظت صمغ‌ها را عدم انبساط آن‌ها در طی فرآیند پخت، اختلال در مرحله تخمیر که ناشی از افزایش بیش از حد آب توسط صمغ‌ها بود، دانستند.

بررسی روند تغییرات میزان تخلخل نان‌های تولیدی

نتایج نشان داد که بهترین مدل برای برازش داده‌های حاصل از تخلخل نمونه‌ها، مدل چندجمله‌ای درجه دوم بود (جدول 1). شکل 4 نشان داد که با افزایش صمغ‌ها در فرمولاسیون نان‌های تولیدی ابتدا میزان تخلخل نمونه‌ها افزایش و سپس با شدت بیشتری کاهش یافت. تخلخل ناشی از حفظ گاز بیشتر در خمیر است، هیدروکلوئیدها با افزایش قوام خمیر، تشکیل شبکه موقت ژل و افزایش سفتی دیواره‌های احاطه‌کننده سلول‌های حاوی گاز در نان، موجب حفظ بیشتر گاز دی‌اکسید کربن و بخار آب تولید شده در خمیر می‌شوند که در نتیجه آن منجر به افزایش تخلخل نان‌ها می‌شوند، همچنین برخی از صمغ‌ها خواص امولسیفایری نشان داده و لایه سطحی دور حباب‌های گاز در خمیر تشکیل می‌دهند که به حفظ گاز کمک می‌کند (Sahraiyan *et al*., 2013; Mohammadi *et al*., 2012). نتایج این بخش با نتایج Whitehurst (2004) مطابقت داشت. کاهش تخلخل را نیز می‌توان به علت تشکیل شبکه قوی‌تری که سبب تراکم بیش از اندازه مغز نان‌های حاصل و جلوگیری از رشد سلول‌های گازی شده و بافت تقریباً بدون حباب هوا تشکیل می‌دهد که پی‌آمد آن کاهش تخلخل نان‌های حاصل بود، نسبت داد (Barcenas and Rosell, 2006).

مدل پیشنهادی برای میزان تخلخل نمونه‌ها در جدول 3 ارائه شده است که در آن پارامتر درجه دوم صمغ فارسی بیشترین اثر را بر میزان تخلخل نمونه‌ها به همراه داشت.



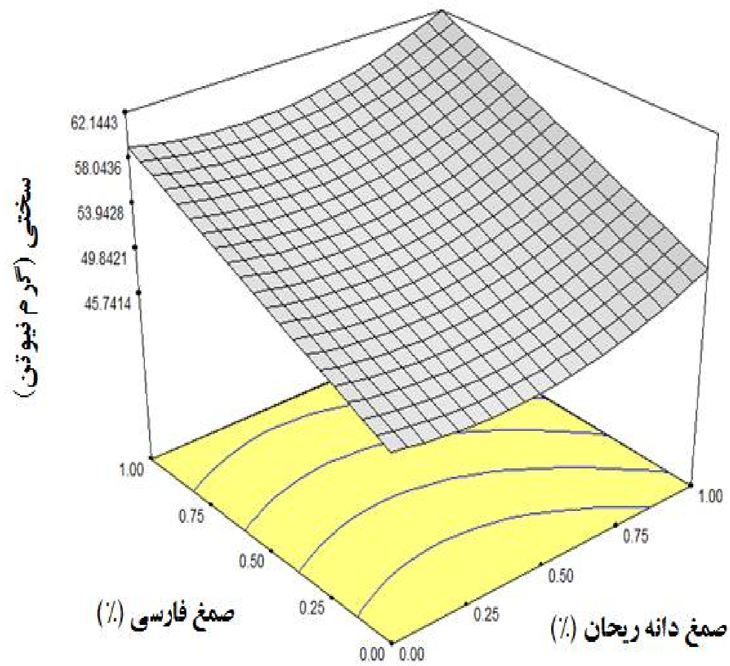
شکل 4– شکل سه‌بعدی تغییرات میزان تخلخل نمونه‌ها، تحت تأثیر افزودن صمغ‌های فارسی و ریحان

بررسی روند تغییرات میزان سختی نان‌های تولیدی

مقاومت مغز نان به تغییر شکل تحت عنوان سفتی مطرح می‌شود که به‌عنوان یک شاخص مهم در بیات شدن نان در نظر گرفته می‌شود (Primo-Martin *et al*., 2008).

بررسی تغییرات میزان سختی نمونه‌ها نشان داد که درصد صمغ فارسی در فرمولاسیون بیشترین اثرگذاری را بر میزان سختی داشت و اثر گذاری آن از نوع مثبت بود، بدین معنی که با افزایش آن در فرمولاسیون، میزان سختی نمونه‌ها افزایش معنی‌داری داشت

(P<0/01). با توجه به شکل 5، با افزایش هر دو صمغ به‌کار رفته در نان‌های تولیدی میزان سختی نمونه‌های تولیدی افزایش یافت. این افزایش احتمالا به دلیل افزایش بیش از اندازه رطوبت محصول و ایجاد یک بافت چسبنده و صمغی مانند در مرکز نمونه‌های تولیدی می‌باشد که به موجب آن محصول تولیدی طی آزمون فشرده شدن در زیر پروب دستگاه بافت‌سنج مقاومت بیشتری نموده و در نتیجه آن میزان سختی بیشتری مشاهده می‌گردد. افزودنی‌های صنایع پخت چنانچه در حد مورد نیاز در محصول استفاده نشوند از طریق افزایش جذب آب خمیر، بافتی خمیری و چسبنده ایجاد می‌کنند و مدت زمان پخت محصول اجازه خروج آب اضافی را نمی‌دهد. از طرفی چنانچه زمان پخت طولانی‌تر شود خود صمغ و یا امولسیفایر از طریق باند شدن با مولکول‌های آب مانع از خروج رطوبت و آب اضافی می‌شوند و هم‌چنان بافت میانی محصول تولیدی خمیری خواهد بود و سفتی قابل ملاحظه‌ای مشاهده می‌گردد و با این کار تنها پوسته‌ای تیره و خشک حاصل می‌شود (Sheikholeslami *et al*., 1395). رابطه مستقیم بین حجم مخصوص و سفتی نان وجود دارد، نان با سفتی بیشتر حجم کمتری دارد. مدل پیشنهادی برای میزان سختی نمونه‌ها در جدول 3 ارائه شده است.



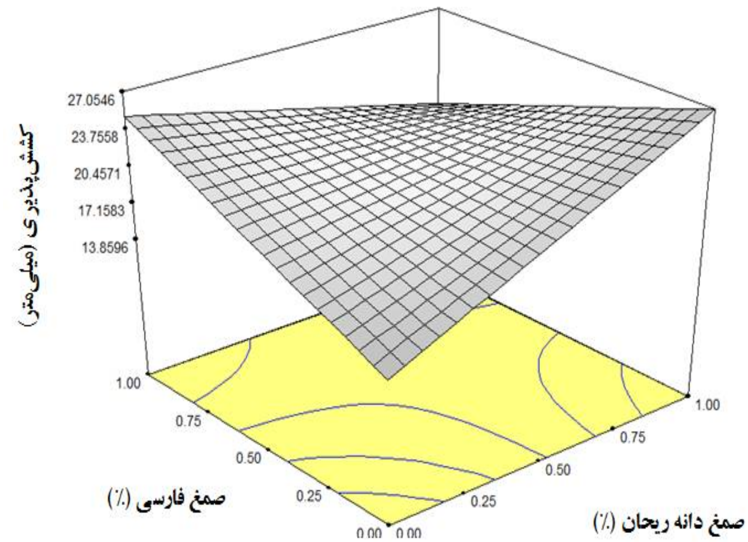
شکل 5- شکل سه‌بعدی تغییرات میزان سفتی نمونه‌ها، تحت تأثیر افزودن صمغ‌های فارسی و ریحان

بررسی روند تغییرات میزان کشش‌پذیری نان‌های تولیدی

جدول 1 نشان داد که بهترین مدل انتخابی برای میزان کشش‌پذیری نمونه‌های تولیدی، مدل چندجمله‌ای ساده بود که بر مبنای این مدل، آنالیزها صورت گرفت. نتایج آنالیز واریانس مدل سطح پاسخ نشان داد که اثرات خطی پارامترهای مورد بررسی و همچنین اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری روی میزان کشش‌پذیری نمونه‌ها داشت (P<0/01) ولی اثرات درجه دوم پارامترهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر میزان کشش‌پذیری نداشتند به همین دلیل از مدل مربوطه (مدل شماره 6) در جدول 3 حذف گردیدند. بررسی نتایج و جدول 3 مشخص نمود که در بین اثرات خطی مدل سطح پاسخ، پارامتر درصد صمغ دانه ریحان بیشترین تأثیر را بر روند میزان کشش‌پذیری داشت، البته در بین تمام پارامترهای موثر بر میزان کشش‌پذیری، پارامتر اثر متقابل دو صمغ به‌کار رفته در فرمولاسیون در رتبه اول قرار داشت. با افزایش صمغ‌ها در فرمولاسیون میزان کشش‌پذیری آنها افزایش یافت که البته در غلظت‌های بالای صمغ‌ها کشش‌پذیری نمونه‌ها به صورت خیلی جزئی کاهش یافت (شکل 6). در پژوهش شیخ الاسلامی و همکاران (1395) و هجرانی و همکاران (1395) نتایج مشابهی از استفاده از صمغ گوار در افزایش کشش پذیری نان گزارش شد، همچنین در نتایج آنها نشان داده شد بیشتر شدن غلظت صمغ تاثیر منفی بر کشش پذیری داشته و سبب کاهش آن شده است.

اطلاعات موجود در جدول 3 نشان می‌دهد که مدل‌های به‌دست آمده و برازش داده شده برای هرکدام از متغیرهای اندازه‌گیری شده در شرایط مورد مطالعه به صورت دقیقی و با صحت بسیار بالایی، قابلیت

برازش داده‌های مطالعه را دارا بودند. ضریب تغییرات پایین و ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده بالا همه نشانه‌هایی از برازش مناسب اطلاعات مورد مطالعه به‌وسیله مدل‌های ارائه شده می‌باشند (جدول 2).



شکل 6– شکل سه‌بعدی تغییرات میزان کشش‌پذیری نمونه‌ها، تحت تأثیر افزودن صمغ‌های فارسی و ریحان

جدول 2- مدل‌های برازش داده شده برای پارامترهای مورد اندازه‌گیری

ردیف	متغیر اندازه‌گیری شده	مدل به‌دست آمده	R^2	R^2-adj	CV	P
1	فعالیت آبی (%)	$y= 0.73- 0.019x_1- 0.006x_2 +0.0081x_1^2- 0.0041x_2^2+0.0047x_1.x_2$	0/964	0/938	0/51	0/000
2	رطوبت (%)	$y= +32.23- 0.21x_1+2.03x_2$	0/750	0/703	2/83	0/008
3	حجم مخصوص (ml/g)	$y= +4.06 -0.36x_1-0.18x_2-0.10x_1^2-1.49x_2^2-0.26x_1.x_2$	0/859	0/735	14/46	0/005
4	تخلخل(درصد)	$y= +24.59-2.726x_1-1.15x_2- 4.67x_1^2-5.77x_2^2+0.34x_1.x_2$	0/965	0/940	6/26	0/000
5	سختی (gN)	$y= +51.97+1.62x_1+1.625x_2+6.00x_1^2+2.60x_2^2+0.043x_1.x_2$	0/963	0/936	2/23	0/020
6	کشش‌پذیری (mm)	$y= +20.98+ 1.57x_1+0.52x_2- 5.02x_1.x_2$	0/999	0/999	0/15	0/000

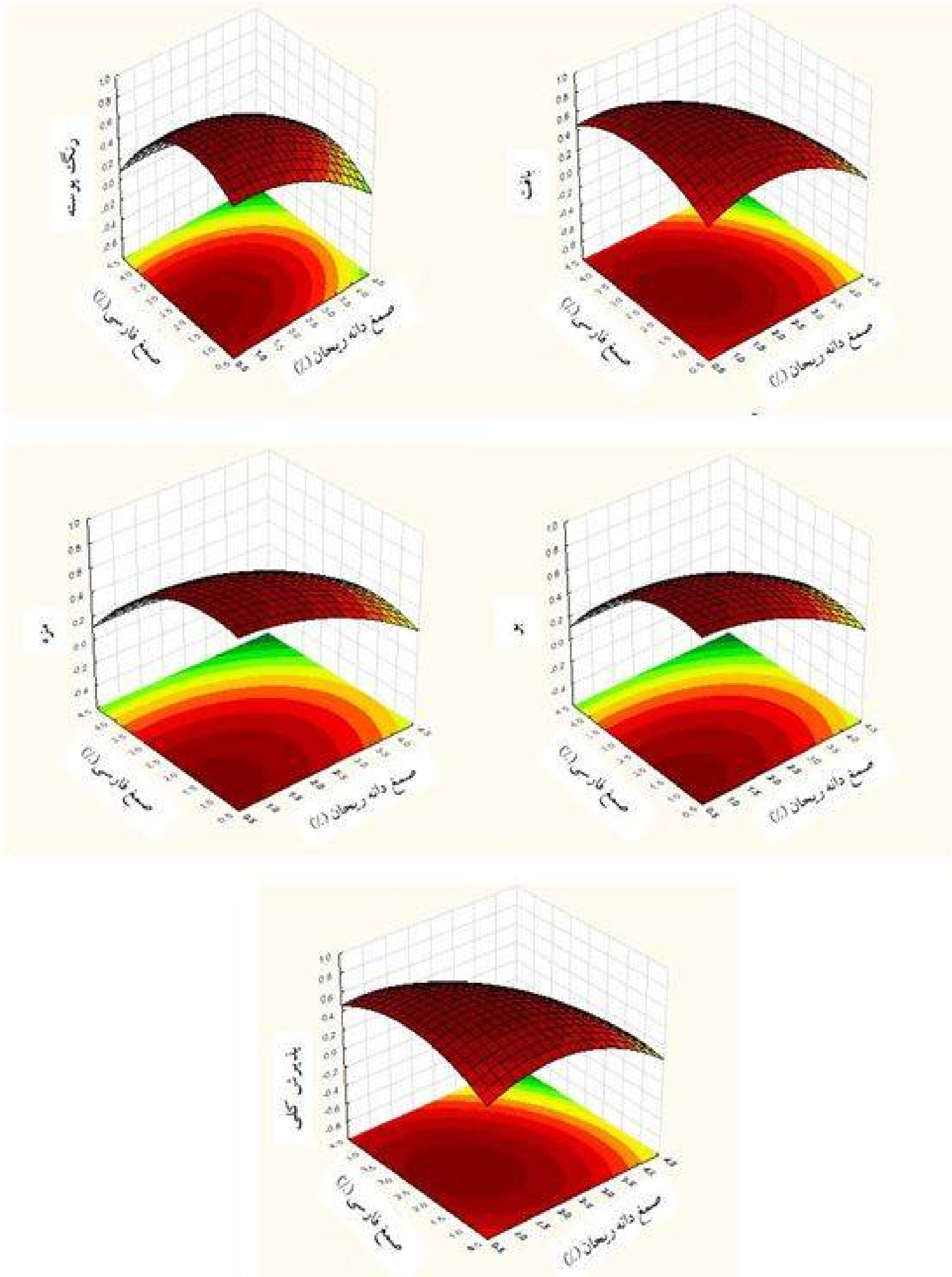
بررسی روند تغییرات خصوصیات حسی

شکل 7 نشان‌دهنده تغییرات امتیاز ویژگی‌های حسی (رنگ پوسته، بافت، بو، مزه و پذیرش کلی) تحت تأثیر افزودن همزمان صمغ‌های فارسی و ریحان بر نان است. نتایج اثر متقابل صمغ ریحان و فارسی نشان داد که رنگ نمونه حاوی 0/3 درصد صمغ ریحان و 0/5 درصد صمغ فارسی بیش‌ترین امتیاز را از جانب ارزیابان حسی کسب نمود.

نمونه حاوی 0/3 درصد صمغ فارسی و 0/5 درصد صمغ ریحان و بعد از آن نمونه حاوی 0/3 درصد صمغ ریحان و فارسی دارای بهترین بافت بودند. در واقع حضور سطح مناسب صمغ در فرمولاسیون با نگهداری متناسب رطوبت در حین پخت در بافت محصول نهایی از افزایش سفتی بافت و خشک شدن بیش از اندازه پوسته ممانعت نموده و محصول قابل پذیرش به‌لحاظ بافت برای مصرف‌کننده ایجاد کرده است.

نمونه حاوی 0/5 درصد صمغ ریحان و 0/3 درصد صمغ فارسی بالاترین امتیاز مزه را داشت. نتایج اثر متقابل این صمغ‌ها بر امتیاز بو نیز حاکی از آن بود که نمونه حاوی 0/3 درصد صمغ ریحان و فارسی و نمونه حاوی 0/5 درصد صمغ ریحان و فاقد صمغ فارسی بالاترین امتیاز را داشتند. نتایج اثر متقابل صمغ ریحان و فارسی بر پذیرش کلی نشان داد که نمونه حاوی 0/3 درصد صمغ فارسی و 0/5 درصد صمغ ریحان بالاترین مقبولیت را در ارزیابی حسی کسب نمود. شیخ الاسلامی و همکاران (1396) در نتایج پژوهش استفاده از صمغ بالنگو

و کتیرا به نان نیم‌پز منجمد بیان کردند که ظاهر محصول، طعم، بافت و آروما مهمترین خصوصیاتی هستند که بر پذیرش محصول موثر می باشند. افزودن صمغ‌های بالنگو و کتیرا در سطح 0/3 درصد باعث بهبود امتیاز حسی نان بربری نیم‌پز شد و افزایش میزان غلظت صمغ‌ها تا سطح 0/5 باعث کاهش امتیاز حسی بافت، طعم و آروما شد.



شکل 7- شکل سه‌بعدی تغییرات امتیاز ویژگی‌های حسی نمونه‌ها، تحت تأثیر افزودن صمغ‌های فارسی و ریحان

بهینه‌سازی فرمولاسیون نان‌های تولیدی

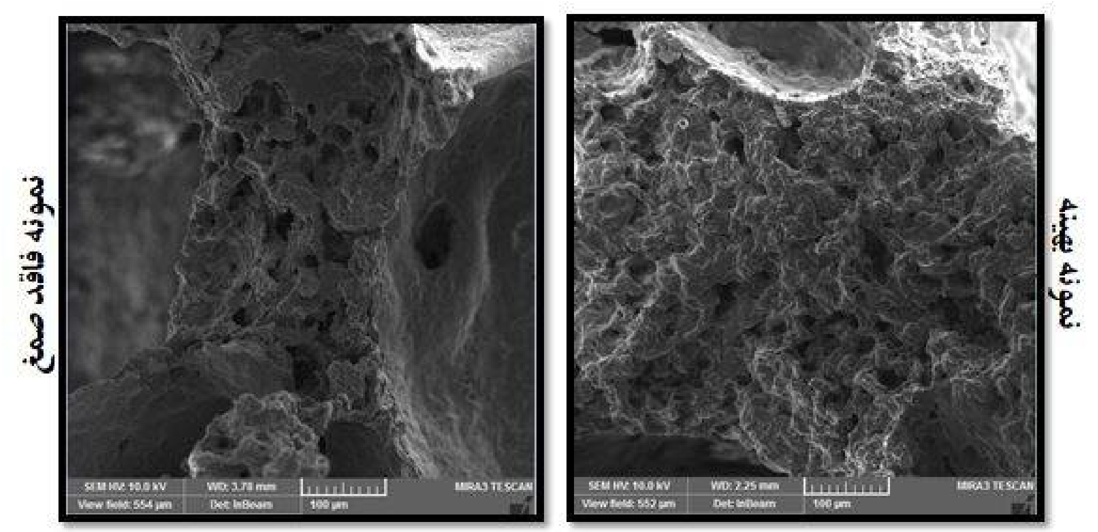
به‌منظور یافتن بهترین شرایط تهیه فرمولاسیون نان با افزودن صمغ دانه ریحان و فارسی با توجه به غلظت آن‌ها که در دامنه غلظتی صفر تا یک درصد تنظیم شده بود. فرایند بهینه‌سازی فرمولاسیون در شرایط ذکر شده به‌منظور رسیدن به حداقل سختی و حداکثر حجم مخصوص، تخلخل، پذیرش کلی و کشش‌پذیری بهینه‌یابی گردید. نتایج نشان داد که به‌منظور رسیدن به اهداف ذکر شده، بایستی غلظت صمغ دانه ریحان 0/46 درصد و غلظت صمغ فارسی 0/35 درصد باشد. تحت شرایط مذکور مطلوبیت 0/736 حاصل گردید (جدول 3).

جدول 3- بهینه‌سازی فرمولاسیون نان‌های تولیدی

صمغ دانه ریحان (%)	صمغ فارسی (%)	فعالیت آبی (%)	رطوبت (%)	حجم مخصوص (ml/g)	تخلخل (%)	سختی (gN)	کشش‌پذیری (mm)	پذیرش کلی
0/42	0/35	0/738	31/67	4/03	24/77	50/02	20/32	4/5

مقایسه تصویر تهیه شده از ریز ساختار نمونه فاقد صمغ ریحان و فارسی و نمونه بهینه

در بخش پیشین نمونه حاوی 0/42 درصد صمغ ریحان و 0/35 درصد صمغ فارسی به‌عنوان نمونه بهینه این پژوهش معرفی شدند. از این رو ریز ساختار این نمونه (نمونه بهینه) در مقایسه با ریزساختار نمونه فاقد صمغ ریحان و فارسی قرار گرفت. شکل 8 تصویر تهیه شده از این دو نمونه با میکروسکوپ الکترونی را نشان می‌دهد. همانطور که نتایج نشان داد نمونه حاوی صمغ 0/42 درصد ریحان و 0/35 درصد فارسی (نمونه بهینه) در مقایسه با نمونه فاقد صمغ ریحان و فارسی دارای ریز ساختار یکنواخت‌تر بود. علت این امر را می‌توان چنین توجیه نمود که حضور در صمغ در فرمولاسیون نان سبب بهبود و تقویت شبکه گلوتنی شده است که در نهایت منجر به ایجاد ریزساختاری یکدست و یکنواخت گردیده است. رحیمی و همکاران (1398) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند در کیک حاوی صمغ بارهنگ ریزساختار محصول تولیدی پیوسته و یکنواخت‌تر بود که با نتایج تحقیق پیش رو مشابهت داشت.



شکل 8-تصویر میروسکوپ الکترونی نمونه فاقد صمغ و نمونه بهینه (حاوی 0/42 درصد صمغ ریحان و 0/35 درصد صمغ فارسی)

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در فرایند تولید نان، استفاده از هیدروکلوئیدها جهت به تأخیر انداختن فرآیند بیاتی و بهبود کیفیت آن مناسب است، لذا در این تحقیق اثر افزودن دو صمغ دانه ریحان و فارسی بر برخی از خصوصیات نان حجیم بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت صمغ‌ها در فرمولاسیون نان، میزان رطوبت، سختی، کشش‌پذیری و امتیاز خصوصیات حسی افزایش ولی فعالیت آبی کاهش یافت. در حالی که با افزایش صمغ فارسی ابتدا میزان حجم

مخصوص، تخلخل و امتیاز خصوصیات حسی افزایش و سپس کاهش یافت. همچنین در این پژوهش به بهینه‌سازی فرمولاسیون نان‌های تولیدی پرداخته شد و مشخص گردید، به‌منظور رسیدن شرایط بهینه فرمولاسیون نان حجیم، بایستی درصد صمغ دانه ریحان و فارسی به‌ترتیب 0/42 و 0/35 درصد باشد. در نهایت ریزساختار نمونه بهینه با نمونه فاقد صمغ مقایسه شد که نتایج بیانگر ساختار یکنواخت‌تر نمونه حاوی ترکیبی از دو صمغ ریحان و فارسی بود.

منابع

Agnihotr, A. and Kaushik, N. 1999. Transfer of double low characteristics in early maturing *Brassica napus* L. *Journal of Oil Seed Research*. 16 (2): 227 – 229.

Ahlborn, G. J., Pike, O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. M. & Huber, C. S. 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten-free bread. *Cereal Chemistry*, 82: 328-335.

Anderson, D. M. W. and Andon, S. A. (1998). Water-soluble food gums and the role in product development. *Cereal Food World*, 33: 844-850.

AOAC. 2008. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

Armero, E. and Collar, C. 1996. Antistaling additive effects on fresh wheat bread quality. *Food Science and Technology International*. 2:323-333.

Barcenas, M. E. and Rosell, C.M. 2005. Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. *Food Hydrocolloids*. 19: 1037-1043.

Barcenas, M. E. and Rosell, C. M. 2006. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperatures and HPMC addition. *Journal of Food Engineering*. 72, 92–99.

Bell, D. A. 1990. Methylcellulose as a structure enhancer in bread baking. Cereal Foods World. 35(10): 1001-1006.

Demirkesen, I.,Mert, B.,Sumnu, G. and Sahin, S. 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulation. *Journal of Food Engineering*. 96: 295-303.

Gomes-Ruffi, C. R., Cunha, R. H., Almeida, E. L., Chang, Y. K. Steel, C. J. 2012. Effect of the emulsifier sodium stearoyl lactylate and of the enzyme maltogenic amylase on the quality of pan bread during storage. *LWT-FoodScience and Technology*. 49: 96-101.

Gujral, H.S., Guardiola, I., Carbonell, J.V. and Rosell, C.M. 2003. Effect of cyclodexterinase on dough rheology and bread quality from rice flour. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 51: 3814-3818

Guarda, A., Rosell, C. M., Benedito, C. and Galloto, M. J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food hydrocolloids*. 18: 241-247.

Hejrani1, T., Mortazavi, S. A., Sheikholeslami, Z., Ghiyafe Davoodi, M. 2015. Effect of guar gum and amylase on quality of part baked frozen Barbari bread. *Iranian Food Science and Technology, Research Journal*. 11 (5), 508-520

Hosseini parvar, S. H., Matia-merino, L., Goh, K. K. T., Razavi, S. M. A. and Mortazavi, A. 2010. Steady shear flow behavior of gum extracted from O cimum bacilicum L. seed: effect of concentration and temperature. *Journal of Food Engineering*. 101: 236-243.

Karazhiyan H, Razavi SMA, Phillips GO. 2011. Extraction optimization of a hydrocolloid extract from cress seed (Lepidium sativum) using response surface methodology. *Food Hydrocolloid* 25: 915–920.

Khalesi, H., Alizadeh, M. and Rezad Yari, M. (2012). Evaluation of physicochemical and functional properties of Zedu gum from Amygdalus scoparia Spach plant. *Iranian Food Science and Technology Research* Journal, 8(3): 317-326. [In Persian].

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. and Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*. 79(3):1033-1047.

Mandala, I., Kapetanakou, A. and Kostaropoulos, A. 2008. Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature: II-Effect of freezing. *Food Hydrocolloids*. 22(8):1443- 1451.

Mandala, I., Karabela, D. and Kostaropoulos, A. 2007. Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature. I. Effect of chilling. *Food Hydrocolloids*, 21: 1397-1406.

Mohammad Amini, A., Hdad Khodaparast, M. H. 1386. Optimization of extraction condition of *Lallemantiaroyleana* and its effect on rheological properties and quality of volume bread compared with xanthan. Thesis for master, Ferdowsi university pf Mashshad.

Mohammadi, M. Sadeghnia, N. Azizi, M.H., Neyestani, T.R. and Mortazavian, A.M. 2014. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: Xanthan and CMC. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 20: 1812–1818.

Naghipoor, F., Sahraiyan, B., Sheikholeslami, Z. 1391. Evaluation of time and temperature of baking on quantitative and qualitative properties of semi-bulk Barbari bread. *Iranian Food Science and Technology, Research Journal*, 4 (3): 9-16.

Naji-Tabasi, S.& Razavi, S. M. A.. 2017. Functional properties and applications of basil seed gum: An overview. *Food Hydrocolloids*. 73: 313-325.

Naji-Tabasi, S.. Razavi, S. M. A., Mohebbi, M. & Malaekeh-Nikouei, B. 2016. New studies on basil (*Ocimum bacilicum* L.) seed gum: Part I-Fractionation, physicochemical and surface activity characterization. *Food Hydrocolloids*. 52: 350-358.

Primo-Martin, C., De Beukelaer, H., Hamer, R.J. and Van Vliet, T. 2008. Fracture behaviour of bread crust: Effect of ingredient modification. *Journal of Cereal Science*. 48 604–612.

Rahimi, SH., Sheikholeslami, Z. and Seyedain Ardebili, S. M. (2019). The effect of Barhang (*Plantago major*. L) gum quality and sensory characteristics of composite low-fat cup cake (Wheat-Quinoa). *Food Science and Technology*, 88(16): 123-134. [In Persian].

Ronda, F., Gomes, M., Blanco, C. A., and Caballero, P. A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar free sponge cakes. *Journal of Food Chemistry*. 90: 549-55.

Rosell, C.M., Rojas, J.A. and Benedito de Barber, C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*. 15: 75-81.

Sahraiyan, B., Karimi, M., Hadad Khodaparast, M. H., Ghiafe Davoodi, M., Sheikholeslami, Z., Naghipour, F. 2013. The effect of Balangu Shirazi (*Lallemantiaroyleana*) gum on quantitative and qualitative of surghum gluten free bread. *Iranian journal of food science and technology*, 42 (12): 129-139.

Sahraiyan, B., Naghipour, F., Karimi, M. and Ghiafe Davoodi, M. 2013. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: Xanthan and CMC. *Food Hydrocolloids*. 30: 698-703.

Samari-Khalaj, M., Abbasi, S. 2017. Solubilisation of Persian gum: Chemical modification using acrylamide. *International Journal of Biological Macromolecules*, 101: 187-195.

Shalini, K. G. and Laxmi, A. 2007. Influence of additives on rheological characteristics of whole –wheat dough and quality of chapatti (Indian unleavened flat bread) Part I – hydrocolloides. *Food Hydrocolloids*. 21:110-117.

Sheikholeslami, Z., Hejrani, T., Karimi, M., Ghiafeh Davoodi, M., Fatemian, H. 1395. Effect of L. Sativum Seed Gum, Tragacanth and Concentrations on Properties of Partly Baked Frozen Barbari Bread. *Journal of* Research *and* Innovation *in Food Science*, 5 (4): 395-404.

Sheikholeslami Z, Karimi M, Komeili HR, Mahfouzi M. 2018. A new mixed bread formula with improved physicochemical properties by using hull-less barley flour at the presence of guar gum and ascorbic acid. *LWT*-Food *Science and Technology* 93: 628–633.

Skara, N., Novotni, D., Cukelj, N., Smerdel, B., & Curi, D. 2013. Combined effects of inulin, pectin and guar gum on the quality and stability of partially baked frozen bread. *Food Hydrocolloids*. 30(1):428-436.

Whitehurst, R.J. 2004. Emulsifiers in food technology. Blackwell publishing, Northampton, UK.

Yebeyen, D., Lemenih, M. and Feleke, S. (2009). Characteristics and quality of Arabic gum from naturally grown Acacia Senegal (Linne) Wild trees in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Food Hydrocolloids*, 23: 175-180.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 4, Oct- Nov 2020, p. 395-408

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 4، مهر - آبان 1399، ص. 408-395

Optimization of loaf bread formulation including Farsi and Basil Gum

M. M. Hafiz[1], Z. Sheikholeslami*[2]

Received: 2019.06.17
Accepted: 2019.09.21

Introductıon: In baked foods, hydrocolloids have been used for retarding staling and improving the quality of fresh products ((Ba´rcenas et al 2003, 2004). Researchers found that all hydrocolloids are able to hold moisture loss during crumbing of bread and reduce the rate of water loss and moisture to increase the bread crumb (Arendt, 2013). *Ocimum basilicum L*., and *Amygdalus scoparia*., commonly known as Basil and Farsi gums, are a good source for pharmaceutical, food and industrial applications. The aim of this study was to evaluate the effect of *Ocimum Bacilicum* and Farsi gums on optimization of loaf bread production by decreasing the hardness and increasing the special volume, porosity and extensibility values by using the response surface method.

Materials and methods: The *Ocimum bacilicum* seeds were first cleaned, then seeds were soaked in distilled water to obtain a water to seed ratio of 37:1 at 40 ˚C and pH = 7. Separation of the hydrocolloid from the swollen seeds was achieved by passing the seeds through an extractor equipped with a rotating plate that scraped the gum layer on the seed surface. The extracted solution was then filtered and dried in an air forced oven at 60˚C and finally the powder was milled, sieved using a mesh 18 sifter, packed and kept at cool and dry condition (Karazhiyan et al., 2010, Mohamad Amini et al., 2007). Farsi gum in powder were bought from Rihan gum Parsian co. The effect of Basil and Farsi seed gum concentration (0-1%) on water activity, moisture, specific volume, hardness and extensibility of bread was investigated. For Data Analysis used SPSS software and Duncan test, for mean comparisons.

Results and discusions: The results revealed that the water activity in bread was decreased while an enhancement was observed in moisture, hardness and extensibility with an increase at gum concentration. Further, the specific volume and porosity of bread were increased and then decreased by adding the gum with higher level. In order to reach to a minimum hardness and maximum specific volume, porosity and extensibility, the concentration of Basil and Farsi seed gum should be 0.46 and 0.35% respectively. The results of this study showed that any increase in concentration of gum in the formulation, makes moisture content, hardness and elongation to be increased, but the activity of water decreased. However, with the increase of Farsi gum, the amount of specific volume and porosity increased and then decreased. In the end, it can be stated that, in order to obtain optimal conditions for bread formulation, the percentage of basil and Farsi gum seeds should be 0.42 and 0.35% respectively.

Keywords: Optimization, Loaf bread, Basil seed gum, Farsi seed gum, Electronic microscope.

1. M.S.C of Department of Food Science & Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
2. Agricultural engineering research department. KhorasanRazavi agricultural and natural resources research education center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.
(*Corresponding authors Email: shivasheikholeslami@yahoo.com)